

# Napuštanje cjevovoda

---

**Velić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:178206>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij naftnog rudarstva

**NAPUŠTANJE CJEVOVODA**

Završni rad

Ivan Velić

N4348

Zagreb, 2021.

## NAPUŠTANJE CJEVOVODA

IVAN VELIĆ

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

### Sažetak

Nakon završenog radnog vijeka cjevovoda, vrlo je važno pravilno provesti napuštanje cjevovoda. Pravilno provođenje napuštanja će smanjiti ili spriječiti probleme koji se mogu javiti u budućnosti bilo da se cjevovod prenamjeni ili ga se trajno napusti. Plan napuštanja, provođenje napuštanja i briga nakon napuštanja su stavke na koje vlasnik cjevovoda treba obratiti pozornost još za vrijeme njegovog radnog vijeka. Postupak napuštanja odnosno tehnike koje se pritom koriste nisu iste za svaki cjevovod što znači da se projektiranju napuštanja cjevovoda pristupa individualno. U radu je opisan cjelokupni proces napuštanja cjevovoda.

Ključne riječi: cjevovod, napuštanje, cijev, naftovod, plinovod, korozija

Završni rad sadrži: 16 stranica, 1 tablicu, 10 slika, 10 referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Mentor: Dr. sc. Katarina Simon, redovita profesorica RGNf-a

Ocjenjivači: Dr. sc. Katarina Simon, redovita profesorica RGNf-a

Dr. sc. Borivoje Pašić, izvanredni profesor RGNf-a

Dr. sc. Sonja Koščak Kolin, docentica RGNf-a

Datum obrane: 21.09.2021., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## **SADRŽAJ**

<b>POPIS SLIKA</b> .....	<b>I</b>
<b>POPIS TABLICA</b> .....	<b>II</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PLANIRANJE NAPUŠTANJA CJEVOVODA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Uklanjanje ili napuštanje cjevovoda .....	3
2.2. Savjetovanje .....	4
<b>3. POSTUPAK NAPUŠTANJA CJEVOVODA I NADZEMNIH OBJEKATA</b> .....	<b>5</b>
3.1. Čišćenje cjevovoda.....	5
3.2. Sanacija onečišćenja.....	7
3.3. Uklanjanje površinske opreme .....	8
3.4. Problemi koji se javljaju nakon napuštanja cjevovoda .....	10
3.5. Briga o cjevovodu nakon napuštanja .....	13
<b>4. PRIMJER NAPUŠTANJA CJEVOVODA</b> .....	<b>14</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>15</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>16</b>

## POPIS SLIKA

<b>Slika 1-1.</b> Trasa Jadranskog naftovoda .....	1
<b>Slika 1-2.</b> Plinski transportni sustav RH .....	2
<b>Slika 2-1.</b> Markeri cjevovoda.....	4
<b>Slika 3-1.</b> Čistači cjevovoda.....	6
<b>Slika 3-2.</b> Nečistoće skupljene protiskivanjem čistača cjevovoda.....	7
<b>Slika 3-3.</b> Onečišćenje Keystone.....	8
<b>Slika 3-4.</b> Katodna zaštita cjevovoda .....	9
<b>Slika 3-5.</b> Nosači cjevovoda.....	9
<b>Slika 3-6.</b> Puknuće cjevovoda zbog korozije .....	11
<b>Slika 3-7.</b> Čepovi za zatvaranje cjevovoda .....	12

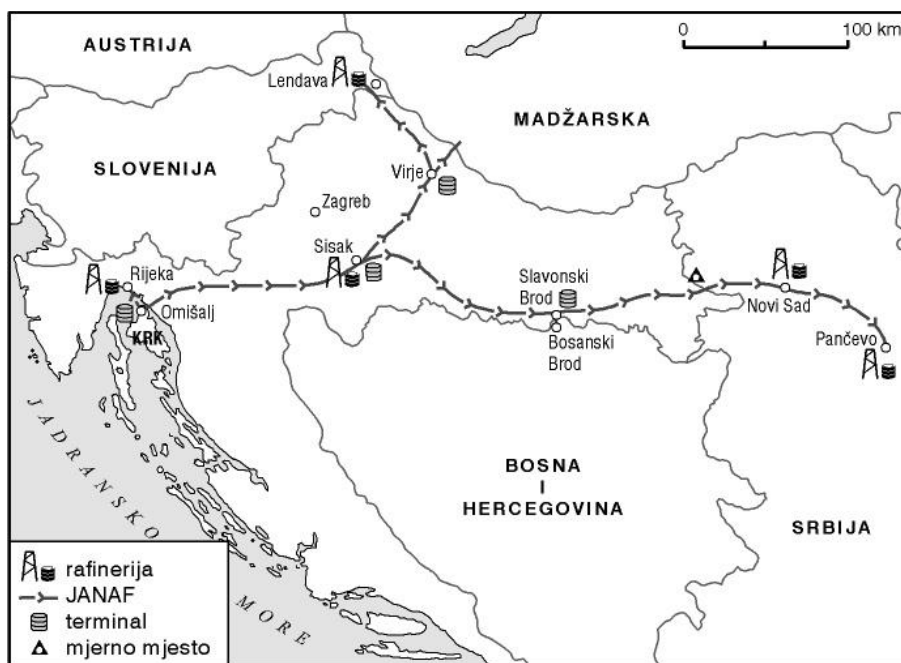
## **POPIS TABLICA**

<b>Tablica 3-1.</b> Vodič za smještaj čepova pri napuštanju cjevovoda .....	12
---	----

## 1. UVOD

Cjevovodi služe za transport fluida, najčešće predstavljaju najjeftiniji način transporta tih fluida. U naftnoj industriji se koriste cjevovodi za transport ugljikovodika i njihovih prerađevina. Razlikuju se cjevovodi kojima se transportira plin (plinovodi), cjevovodi kojima se transportira nafta (naftovodi) i cjevovodi kojima se transportiraju naftni derivati (produktovodi). Rad cjevovoda se konstantno prati tijekom njegovog radnog vijeka, a nakon završetka, potrebno je pravilno provesti napuštanje koje se može izvesti tako da cijev odnosno cjevovod ostane u zemlji ili da se fizički ukloni.

U Hrvatskoj je od 1974. do 1979. godine za transport nafte izgrađena mreža Jadranskog naftovoda (JANAF) duljine 631 kilometar (<https://janaf.hr/>, 2018) (slika 1-1.). Osim mreže naftovoda, tu je i plinska mreža. Ukupna duljina magistralnih plinovoda u Hrvatskoj je 2693 kilometra (slika 1-2.), od čega je maksimalni dozvoljeni radni tlak cjevovoda duljine 1741 kilometar 50 bar, a dijela cjevovoda duljine 952 kilometra 75 bar (<https://www.plinacro.hr/>, 2017). Osim navedenih aktivna je i mreža cjevovoda na naftno-plinskim eksploatacijskim poljima ugljikovodika. Svi ti cjevovodi tijekom svog radnog vijeka zahtijevaju održavanje, a u nekoj fazi radnog vijeka može ih se prenamijeniti ili napustiti. To napuštanje može biti privremeno ili trajno.



Slika 1-1. Trasa Jadranskog naftovoda (<https://janaf.hr/>, 2021)



**Slika 1-2.** Plinski transportni sustav RH (<https://www.plinacro.hr/>, 2017)



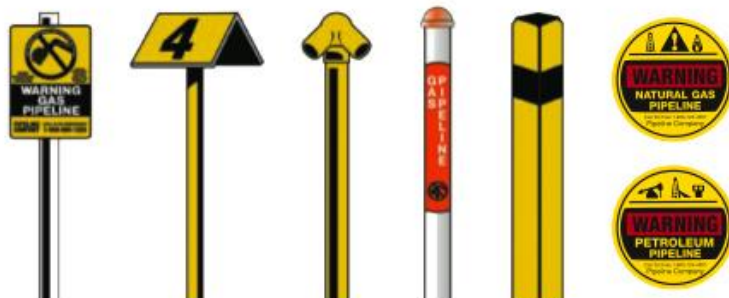
## 2. PLANIRANJE NAPUŠTANJA CJEVOVODA

Postupak napuštanja cjevovoda provodi se u tri faze. Prva faza je planiranje napuštanja, koje je moguće provesti bilo kada tijekom upotrebe cjevovoda, ali je planiranje te faze poželjno izraditi što prije. Ponekad se plan napuštanja izrađuje i prije početka izgradnje cjevovoda pa ga se može uzeti u obzir pri dimenzioniranju. Kada dođe vrijeme za napuštanje cjevovoda, plan se koristi kao smjernice pri napuštanju kako bi ocjena valjanosti napuštanja bila zadovoljavajuća. Druga faza je provođenje napuštanja. Provođenje napuštanja započinje podnošenjem zahtjeva za napuštanje cjevovoda, a završava vraćanjem trase u stanje najbliže moguće onom prije postavljanja cjevovoda. U međuvremenu se odvija čišćenje cijevi, i ostali procesi kojima se cijev dovodi u stanje pogodno za napuštanje. Treća faza se odnosi na vrijeme nakon napuštanja cjevovoda u kojoj se nadziru uređaji postavljeni na cjevovod da bi se dobio uvid u stanje cjevovoda kojem je radni vijek završen. Plan napuštanja je bitan jer se praćenjem plana smanjuje opasnost za ljude, imovinu i okoliš.

### 2.1. Uklanjanje ili napuštanje cjevovoda

Kada se odlučuje hoće li se određeni cjevovod napustiti ili fizički ukloniti, treba imati na umu da je cijena uklanjanja skoro jednaka cijeni postavljanja cjevovoda (Wiley, 2015). Postupak trajnog napuštanja cjevovoda najčešće je zakonski reguliran kako bi se isključio štetan utjecaj postupka na ekosustav. Kad je cjevovod trajno napušten, on više nema katodnu zaštitu, pa je izloženiji djelovanju korozije što može uzrokovati probleme u budućnosti. Zabrinutost vlasnika čijom parcelom prolazi trasa cjevovoda javlja se zbog toga što prisutnost cjevovoda može poremetiti buduće infrastrukturne planove, a cjevovod može smetati i pri obrađivanju poljoprivrednog zemljišta. Kako bi se smanjila potencijalna opasnost zbog doticaja mehanizacije za obrađivanje poljoprivrednog zemljišta i cjevovoda duž cijele trase su postavljeni markeri (slika 2-1.) koji označavaju trasu cjevovoda. Također, cjevovod se može urušiti i tako oštetiti opremu i mehanizaciju. Ono što je vlasnicima također jako bitno je pitanje sanacije mogućeg onečišćenja uzrokovanim propuštanjem cjevovoda, odnosno tko je odgovoran za sigurnost cjevovoda, te čija je odgovornost sanirati onečišćenje ukoliko do njega dođe. Kako bi se na vrijeme riješile takve nedoumice, poželjan je rani angažman oko dogovora s potencijalno ugroženim stranama, tj. osobama koje su na bilo koji način povezane s uklanjanjem ili napuštanjem cjevovoda.

Operacija fizičkog uklanjanja cjevovoda može, zbog korištenja teške mehanizacije negativno utjecati na kvalitetu tla koje je često obradivo poljoprivredno tlo. Naravno, u nekim slučajevima je uklanjanje cjevovoda neophodno, npr. ako buduća namjena zemljišta nalaže uklanjanje cjevovoda.



**Slika 2-1.** Markeri cjevovoda (<https://txssc.txstate.edu/>, 2016)

## 2.2. Savjetovanje

U zemljama gdje je postupak napuštanja cjevovoda propisan zakonodavnim aktima, kompanija koja želi prestati s upotrebom nekog cjevovoda, tj. trajno ga napustiti, prvo mora podnijeti zahtjev za odobrenje navedenog postupka. Prijava treba sadržavati plan napuštanja koji je jedinstveno određen za cjevovod, odnosno mora sadržavati sve specifičnosti projekta i udovoljavati zakonu, tj. propisima koji se odnose na trajno napuštanje cjevovoda. Isto tako, potrebno je obaviti određena savjetovanja sa svim stranama odnosno s kompanijom čiji je cjevovod i s vlasnikom zemljišta. Na savjetovanju se dogovaraju detalji o tome koje je područje potrebno očistiti, raspravlja o tome koji se dijelovi cjevovoda ili nadzemnih objekata moraju ukloniti, o načinu na koji će se ukloniti ili smanjiti utjecaj opasnosti. Angažman kompanije trebao bi biti što je moguće veći kako za izradu plana napuštanja tako i za finaliziranje zahtjeva za napuštanje.

### 3. POSTUPAK NAPUŠTANJA CJEVOVODA I NADZEMNIH OBJEKATA

Kada je radni vijek cjevovoda završen, pristupa se njegovom napuštanju. Kako je ranije spomenuto, cjevovod se ne može tek tako ostaviti odnosno napustiti. Cjevovod koji se napušta treba zadovoljiti sve standarde kako bi njegovo napuštanje bilo sigurno. Provođenje napuštanja cjevovoda započinje analizom zapisa o radu cjevovodu, analiziraju se karakteristike cjevovoda i njegova eventualna oštećenja. Nakon analize podataka, određuje se kako i na koji način će se provesti samo napuštanje. Fizički dio napuštanja započinje čišćenjem cjevovoda, a završava zatvaranjem pomoću čepova.

#### 3.1. Čišćenje cjevovoda

Bez obzira odluči li kompanija ostaviti cjevovod, ukloniti ga ili prenamijeniti, cjevovod se prethodno mora očistiti od zaostalog fluida, taloga i nečistoća. Ako se cjevovod ne očisti, u budućnosti može doći do propuštanja sadržaja u okoliš zbog oštećenja cijevi uzrokovanog djelovanjem korozije. Posebni izazovi pri čišćenju cjevovoda mogu se javiti ako su uvjeti u cjevovodu nepoznati. U takvim cjevovodima uobičajeni načini čišćenja nisu sigurni, može doći do propuštanja cjevovoda, postoji opasnost za radnike u blizini cjevovoda itd. Prije čišćenja navedenih cjevovoda, neophodno je utvrditi stvarno stanje cjevovoda. Učinkovitost čišćenja ovisit će o karakteristikama cjevovoda, tj. o njegovim dimenzijama i vrsti fluida u cijevi.

##### a) Opći postupak čišćenja

Opći postupak čišćenja odnosi se na plinovode suhog prirodnog plina i naftovode. Postupak čišćenja započinje pregledom povijesti rada cjevovoda koji treba napustiti kako bi se omogućilo planiranje posebnih postupaka čišćenja potrebnih za napuštanje. Informacije o svojstvima nafte/plina, popravcima cjevovoda, evidenciji radnog protoka, anomalijama pri radu, održavanju cjevovoda i sl. mogu pružiti određeni uvid u dodatne radove potrebne za razvoj učinkovitog plana čišćenja. Kod plinovoda se preostali plin treba ispustiti ili spaliti nakon smanjivanja tlaka na najmanju moguću vrijednost. Kroz naftovode bi se prije njihova napuštanja trebalo provući nekoliko čistača (slika 3-1.) kako bi se iz cijevi uklonio najveći dio nečistoća ili nakupljeni talog. Između čistača se nalazi određeni volumen ugljikovodika solventnog tipa, npr. dizel, koji se protiskuje skupa s čistačima. Ovaj postupak treba

ponavljati sve dok se cjevovod potpuno ne očisti, tj. kada se pri izlasku čistača iz cjevovoda ne uočavaju nečistoće. Ako čišćenje navedenom metodom ne uspije, primjenjuje se specijalizirano kemijsko čišćenje koje je učinkovito za jako onečišćene cjevovode.



**Slika 3-1.** Čistači cjevovoda (<https://www.tcenergy.com/stories/>, 2017)

b) Čišćenje plinovoda

Za protiskivanje čistača plinovodom se upotrebljava neki od inertnih plinova, npr. dušik. Čistači se protiskuju konstantnom brzinom koju je propisao proizvođač, a inertni plin se koristi kako bi se spriječilo stvaranje eksplozivne smjese. Skupljene nečistoće (slika 3-3.) i tekućine koje čistači guraju ispred sebe potrebno je odložiti na način definiran važećim pravnim aktima. Postupak je potrebno ponavljati dok se vizualnim pregledom ne utvrdi da je tekućina gurana čistaćima zadovoljavajuće čistoće. Dijelove cjevovoda koji su na nižoj referentnoj razini od ostatka cjevovoda treba posebno provjeriti zbog djelovanja gravitacije i lakšeg nakupljanja i zaostajanja nečistoća.



**Slika 3-2.** Nečistoće skupljene protiskivanjem čistača cjevovoda (<https://www.piping-world.com/>, 2019)

c) Čišćenje naftovoda

Nakon završetka početnog postupka čišćenja cijevi, potrebno je izvršiti zadnji korak čišćenja. Postupak koji će biti opisan se ne koristi uvijek i korigira se analogno karakteristikama cjevovoda. Pomoć pri odabiru postupka koji će se provoditi mogu pružiti konzultanti specijalizirani za čišćenje. Smjesa tekućih ugljikovodika koja ima svojstva otapala, poput kondenzata ili dizelskog goriva, protiskuje se kroz cijev između dva kruta gumena čistača konstantnom brzinom. Ako postoji potreba za time, u smjesu se mogu dodati i drugi aditivi ili kemikalije za poboljšavanje svojstava smjese. Pri proračunu za određivanje volumena smjese, u obzir se uzima vrijeme kontakta stijenke sa smjesom. U praksi je to između 5 i 10 minuta (nekad duže), ovisno o učinkovitosti početnog postupka. Na izlazu iz cjevovoda, smjesa se zajedno s nečistoćama odlaže u posebne spremnike koji se zbrinjavaju na način propisan zakonom. U slučaju postojanja daljnjih naznaka onečišćenja, postupak je potrebno ponoviti. Učinkovitost čišćenja se može provjeriti analizom uzorka smjese koji se uzima na kraju trase. Zapisi o svim postupcima čišćenja, kao i rezultati ispitivanja se čuvaju određeno vrijeme, zajedno sa zapisima o svim djelovanjima cjevovodnog sustava koji je uklonjen ili napušten.

### 3.2. Sanacija onečišćenja

Ukoliko dođe do propuštanja cjevovoda očekuje se da će rezultirajuće onečišćenje (slika 3-3.) biti sanirano u najkraćem mogućem roku, te biti provedeno prema najstrožim

ekološkim standardima kako bi se spriječila šteta za ljude, imovinu i okoliš. Kada dođe do onečišćenja, u podzemnim vodama i tlu može zaostati onečišćujuća tvar koju je teže sanirati od površinskog onečišćenja. Postupak sanacije se provodi prema rasporedu dogovorenom sa zakonodavnim tijelima. Onečišćenje se mora sanirati na licu mjesta i nadzirati u skladu sa zahtjevima zakonodavnog tijela. Kako bi se cjevovod mogao smatrati potpuno napuštenim, sve zagađeno tlo i vode se moraju sanirati tako da zadovoljavaju zakonom propisane kriterije.

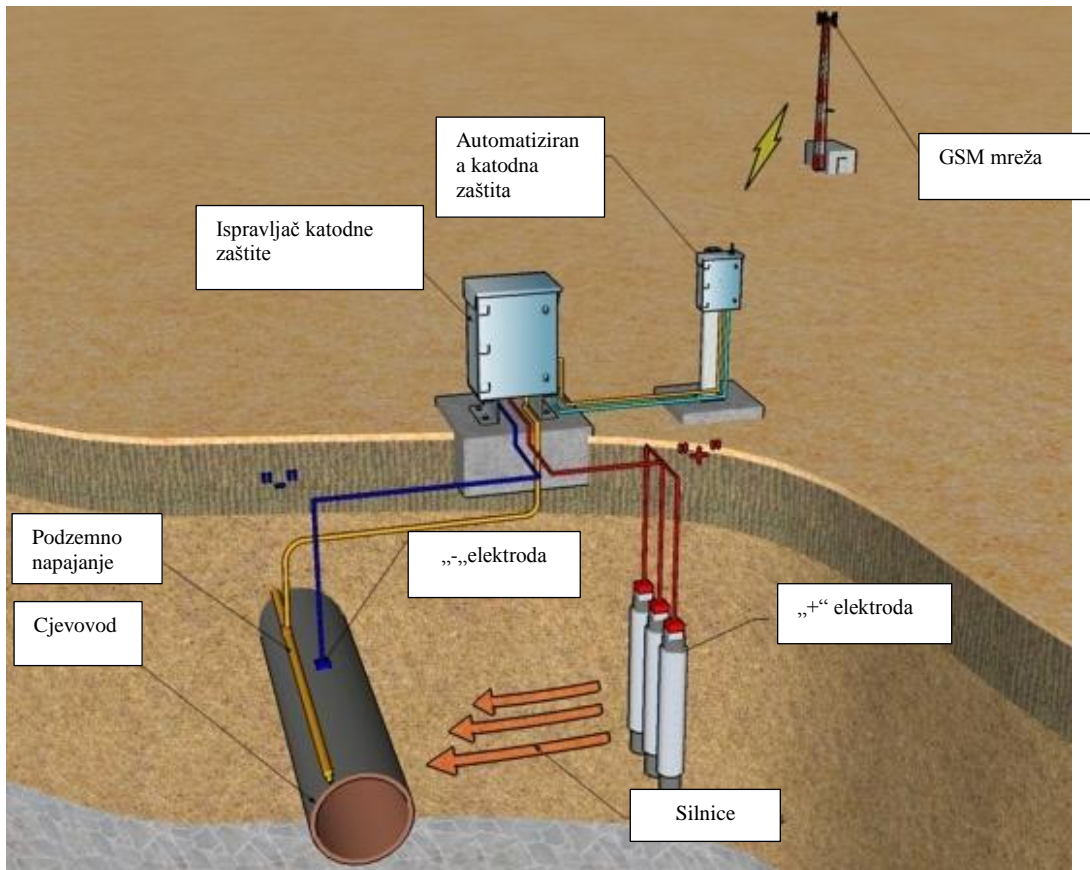


**Slika 3-3.** Onečišćenje na Keystone cjevovodu (<https://www.procon.org/>, 2019)

### 3.3. Uklanjanje površinske opreme

Cjevovod koji je trajno napušten treba biti zatvoren, začepljen te fizički odvojen od ostalih cjevovoda koji su u upotrebi. Osim toga, pripadajuću površinsku opremu koja nije dio drugog cjevovoda treba ukloniti. Primjer takve opreme je oprema za katodnu zaštitu (slika 3-4.). Napuštene nadzemne cijevi i svu pripadajuću opremu treba također ukloniti, To uključuje sve mehaničke i električne komponente cjevovoda, zgrade, povezane cjevovode, nosače (slika 3-5.) i temelje. Nadzemne spremnike pod tlakom je potrebno isprazniti od tekućina, očistiti i ponovno zaštititi od ulaska fluida do ponovne uporabe spremnika ili njegova uklanjanja. Ako se spremnici uklanjaju kako bi se negdje odložili potrebno je provjeriti jesu li sve opasne tvari učinkovito uklonjene i ispunjavaju li zahtjeve zakonodavnih tijela.





**Slika 3-4.** Katodna zaštita cjevovoda (<https://ff-automation.com/>, 2021)

Također se preporučuje uklanjanje svih podzemnih građevina kao što su podzemni svodovi, jame sa zatvorenim vrhom ili skladišni spremnici. One građevine koje trebaju ostati treba očistiti. Napuštanje podzemnih spremnika trebalo bi provesti kako je navedeno u standardima kao što je API 1604 – zatvaranje podzemnih spremnika.



**Slika 3-5.** Nosaci cjevovoda (<https://www.oilandgaseng.com/>, 2020)

a. Vodene prepreke

Vodene prepreke poput rijeka, potoka, jezera i močvara predstavlja posebne probleme za napuštanje cjevovoda. Cjevovodi se najčešće izvode a) vodoravnim usmjerenim bušenjem ispod korita vodene prepreke, b) polaganjem cjevovoda u korito vodene prepreke, c) polaganjem na površinu vode i pridržavanjem betonskim sedlima te d) zračnim prijelazom. Napuštanje ovakvih cjevovoda uvijek predstavlja određeni rizik. Također u slučaju ako je cijev perforirana, može doći do migracije onečišćivača kroz cijev izravno u vodotok, a može ometati plovidbu ili utjecati na riječni tok. Ranije opisano zahtijeva dodatne mjere opreza na prijelazima vodenih prepreka bez obzira da li se cijev uklanja ili samo napušta

b. “Obnova” okoliša

Površina zemljišta preko koje je prolazila trasa cjevovoda mora se dovesti u stanje slično onom prije polaganja cjevovoda, a to znači da okoliš kroz koji je cjevovod prolazio treba izgledati kao i onaj u neposrednoj blizini cjevovoda. Produktivnost poljoprivrednog tla kroz koje je prolazio cjevovod mora biti zadovoljavajuća što znači da u roku od 5 godina to tlo mora imati produktivnost približno jednaku onom poljoprivrednom tlu u neposrednoj blizini kojim nije prolazi cjevovod. Vegetacija se mora obnoviti pa je u područjima gdje rastu autohotne vrste potrebno saditi autohotne vrste, itd. Stupanj obnove koji je potrebno zadovoljiti nalažu zakonodavna tijela.

### 3.4. Problemi koji se javljaju nakon napuštanja cjevovoda

Nakon što je cjevovod trajno napušten, preostala infrastruktura i pripadajuća oprema mogu potencijalno imati negativan utjecaj na okoliš. Taj utjecaj može dovesti do problema pri korištenju zemljišta. Neki od problema koji se javljaju su slijeganje tla, propadanje i urušavanje cijevi, izlaganje cijevi, proboj vode i ugrožena stabilnost kosina cjevovoda.

a. Slijeganje tla

Uklanjanjem podzemnih građevina dolazi do stvaranja praznina u strukturi tla. Prirodni proces taloženja ili slijeganja, često potpomognut cijeđenjem vode, dovodi do udubljenja na površini zemlje. Takva udubljenja mogu uzrokovati smetnje u prometu, omogućiti nakupljanje vode te eventualno eroziju tla ili smanjenje proizvodnje na poljoprivrednim zemljištima. U većini slučajeva napuštanja cjevovoda, cijev se ne uklanja pa je u tim slučajevima struktura tla stabilna, a daljnje slijeganje neće nastupiti odmah. Ako do



slijeganja ipak dođe, udubljenja je potrebno popuniti odgovarajućim tlom, obično je to gornji sloj tla.

b. Propadanje i urušavanje cijevi

S obzirom da su komponente cjevovoda napravljene od ugljičnog čelika, podložne su koroziji. Za očekivati je da će zbog korozije doći, kroz neko vrijeme, do pucanja cjevovoda (slika 3-6.) i da će se on na kraju urušiti. Međutim, postoje mnogi čimbenici koji utječu na koroziju, a time i na urušavanje tla. Korozija će se obično pojaviti s vanjske strane cijevi jer je unutrašnja stijenka zaštićena od utjecaja vanjskih čimbenika budući da je cijev zatvorena čepovima. Brzina vanjske korozije ovisit će o prisutnosti vlage i svojstvima tla te brzini propadanja vanjskih premaza. Ako dođe do pogoršanja stanja premaza, rezultirajuće konačno djelovanje dovelo bi do slučajnih oštećenja koja nebi bila koncentrirana u smislu izazivanja potpunog narušavanja strukture cjevovoda na bilo kojoj značajnoj duljini. Eventualno nastalo oštećenje, perforacija, bi omogućila djelovanje vanjskih uvjeta i na unutrašnjost stijenke što bi rezultiralo i pojavom unutrašnje korozije. S obzirom na sporost korozije, moguće je da godinama nakon napuštanja neće doći do narušavanja strukture cjevovoda. Međutim, s vremenom će ipak doći do toga što može rezultirati urušavanjem tla. Ukoliko je tlo iznad cjevovoda stabilno (npr. glinovito), ono bi se moglo oduprijeti urušavanju iako bi se s vremenom ipak pojavio oblik površinskog slijeganja.



**Slika 3-6.** Puknuće cjevovoda zbog korozije (<https://www.ogj.com/home/>, 2000)

c. Ulazak vode u cjevovod

Kada dođe do napuštanja cjevovoda, cijev je je ostavljena u zemlji i možda se nalazi u uvjetima pogodnim za nastanak korozije. Djelovanjem korozije dolazi do pojave pukotine kroz koju u cijev može ući voda. Ako se radi o izvoru vode znantnog volumena, npr. podzemnoj vodi ili površinskom otjecanju, a cjevovod se nalazi pod određenim nagibom, voda može izaći iz cijevi i uzrokovati eroziju tla, naštetiti okolišu, stvoriti rupe u zemlji ili na neki drugi način naštetiti ljudima, imovini ili okolišu. Ovaj negativan učinak se može spriječiti odnosno ublažiti ako se u postupku napuštanja u cjevovod na krajevima i u sredini dionica cjevovoda pod nagibom ugrade čepovi (slika 3-7.). Čepovi bi trebali prijanjati uz cijev, biti nepropusni, nepromjenjiva oblika i napravljeni od materijala koji nije sklon propadanju. Dobar primjer su čepovi od poliuretanske pjene. Pri ugradnji čepova, bitna je lokacija. Mogu se ugraditi i uzvodno u ekološki osjetljivim područjima kako bi se spriječila kontaminacija ili unošenje nečistoća. Smjernice za ugradnju čepova su prikazane u tablici 3-1.



**Slika 3-7.** Čepovi za zatvaranje cjevovoda (<https://www.pipetechcorp.com/>, 2021)

**Tablica 3-1.** Vodič za smještaj čepova pri napuštanju cjevovoda (Wiley, 2015)

<b>CJEVOVOD</b>	<b>LOKACIJA ČEPA</b>
ISPOD RIJEKE	POČETAK I KRAJ DIONICE
NAGIB > 200m	POČETAK, SREDINA I KRAJ
OSJETLJIVA PODRUČJA (npr. PARKOVI PRIRODE)	POČETAK I KRAJ DIONICE

### 3.5. Briga o cjevovodu nakon napuštanja

Pojava bilo kojeg od prije navedenih problema koji se mogu javiti nakon napuštanja cjevovoda dovodi do pitanja kako uočiti problem, kome se obratiti i tko je odgovoran za nastali problem odnosno kako nadzirati napušteni cjevovod i spriječiti potencijalne nezgode koje se mogu javiti nakon duljeg vremenskog perioda.

#### a. Nadzor i održavanje

Ako cjevovod ostane u zemlji, potrebno ga je označiti na prikladan način kako bi se spriječilo oštećenje mehanizacije za obradu poljoprivrednih zemljišta. Ako dođe do problema vlasnici zemljišta kroz koje prolazi trasa cjevovoda moraju imati mogućnost prijave nastalih problema. Napušteni cjevovod treba nadzirati kako bi se utvrdilo da li postoje problemi koji zahtijevaju održavanje kao što su npr. slijeganje tla, erozija i rast korova.

#### b. Prenamjena zemljišta

Nakon napuštanja cjevovoda može proći nekoliko godina prije nego vlasnik zemljišta odluči zemljište prenamijeniti (npr. izgraditi stambeni objekt). Zbog toga će možda biti potrebno ukloniti napušteni cjevovod. Uklanjanje nije uvijek potrebno, a prednosti i nedostaci takvog postupka se moraju pažljivo razmotriti između vlasnika zemljišta i vlasnika cjevovoda. Troškove uklanjanja najčešće snosi kompanija u čijem je vlasništvu cjevovod osim ako se vlasnik zemljišta nije usuglasio preuzimanjem odgovornosti. Ako se strane ne mogu dogovoriti onda se uključuju zakonodavna tijela koja reguliraju raspodjelu troškova uklanjanja cjevovoda. U nekim državama napušteni cjevovod ostaje u nadležnosti kompanije sve dok se ne ukloni. U drugim državama odgovornost za napušteni cjevovod se utvrđuje naknadno. Kompanija koja napušta cjevovod mora osigurati sredstva ne samo za provođenje fizičkog napuštanja već i za ublažavanje problema nakon napuštanja. Za sve kompanije se preporučuje postojanje stalnih proračunskih sredstava za praćenje, održavanje i nepredviđene troškove. Alternativa je sigurnosni fond kojim raspolaže neka neovisna treća strana.

#### 4. PRIMJER NAPUŠTANJA CJEVOVODA

Savezno regulatorno povjerenstvo za energiju (engl. *The Federal Energy Regulatory Commission* - FERC) vodeća je agencija odgovorna za ocjenjivanje zahtjeva podnesenih za odobrenje za izgradnju, rad ili napuštanje međudržavnih cjevovoda u SAD-u. Osoblje povjerenstva mora pripremiti procjenu utjecaja na okoliš kako bi se analizirali utjecaji na okoliš plinovoda koji su predloženi za napuštanje. Kompanija Texas Eastern Transmission je 17. svibnja 2018. godine podnijela zahtjev za napuštanje plinovoda u Louisiani ukupne duljine 98 kilometara. Zbog malih količina plina transportiranih tim plinovodom kompanija više nije mogla adekvatno održavati taj dio sustava uobičajenim tehnikama što je poskupljivalo troškove upotrebe cjevovoda. Uglavnom se radilo o podvodnom cjevovodu dok je kraći dio trase cjevovoda prolazio obalom. Postupak napuštanja je uz uklanjanje cjevovoda uključivao i uklanjanje kompresorske stanice smještene na platformi. Predviđeno vrijeme trajanja postupka napuštanja bilo je 8 mjeseci (6 za offshore cjevovod i platformu, 2 za onshore dio cjevovoda. Nakon što je FERC utvrdilo da napuštanje neće negativno utjecati na buduću namjenu zemljišta, provođenje napuštanja je započelo. Kompanija je napustila liniju od kompresorske stanice Grand Chenier do platforme WC 272, zajedno sa šest bočnih cjevovoda. Provođenje napuštanja je započelo potiskivanjem čistača kroz glavni cjevovodi i šest kolektorskih cjevovoda. Čistači, potiskivani morskom vodom su uklonili zaostalu tekućinu iz plinovoda. Morska voda se koristila zbog dostupnosti. Približno 110 milijuna litara morske vode je bilo potrebno za potpuno punjenje linije 41 od platforme WC 272 do kompresorske stanice Grand Chenier. Nakupljena tekućina se propuštala kroz separator i skladištila u posebnim, za to namijenjenim spremnicima, a kasnije se odvozila. Nakon što je cijev očišćena, kompanija je uklonila otprilike 200 metara dug dio cijevi s obale u Meksičkom zaljevu. Taj segment cjevovoda je iskopan, izrezan na manje dijelove i transportiran na odlagalište. Na krajeve cijevi koje nisu uklonjene postavljeni su odgovarajući čepovi s tim da su cijevi prethodno intertizirane dušikom. Nakon što je čišćenje bilo gotovo i uklonjen je dio cjevovoda, duž trase su postavljeni čepovi koji sprječavaju migraciju fluida kroz praznu cijev. "Obnova" okoliša i čišćenje su započeli nakon završetka postupka napuštanja. Cilj tih postupaka bio je dovesti okolinu kojom prolazi trasa u stanje najbliže moguće stanju prije polaganja cjevovoda.

## **5. ZAKLJUČAK**

Cjevovodima se učinkovito i još uvijek ekonomski najisplativije na velike udaljenosti mogu transportirati velike količine nafte i plina. Po završetku njihovog radnog vijeka, cjevovodi se najčešće ostavljaju na prostoru kojim prolaze. Kako bi se naftovod ili plinovod mogao ostaviti na mjestu gdje su položeni, treba slijediti propisanu proceduru njihovog napuštanja. Kompanije ne mogu samo izolirati dio cjevovoda koji im više ne treba, nego ga moraju pravilno zatvoriti, a tek onda napustiti. Cjevovodni transportni sustav često se koristi više desetina godina, a starenjem cjevovoda ili djelovanjem korozije dolazi do oštećenja. U bliskoj budućnosti će se povećavati broj cjevovoda koje je potrebno napustiti. Najbitniju stavku pritom predstavlja sigurno ostavljanje cjevovoda u okolišu kako nebi došlo do štetnog djelovanja sadržaja cjevovoda ili samog cjevovodana ljude, imovinu i okoliš.

## 6. LITERATURA

1. BROWN. J., 1997. The abandonment of offshore pipelines. Norwich. John Brown Engineers & Constructors Ltd.St Clements House.
2. WILEY, I., 2015. Oil and gas pipelines: Integrity and safety handbook. New Jersey John Wiley & Sons

Web izvori:

3. API, 2018. <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/wells-to-consumer/transporting-oil-natural-gas/pipeline> (6.8.2021)
4. CER 1996. <https://www.cer-rec.gc.ca/en/applications-hearings/pipeline-abandonment/pipeline-abandonment-discussion-paper-technical-environmental-issues.html> (8.8.2021.)
5. OFFICE OF THE STATE FIRE MARSHAL <https://osfm.fire.ca.gov/divisions/pipeline-safety-and-cupa/pipeline-abandonment/> (6.8.2021.)
6. HUNTON <https://www.pipelinelaw.com/2014/10/10/pipeline-abandonment-safety-supply-concerns-heart-recent-developments/> (8.8.2021.)
7. JDSUPRA <https://www.jdsupra.com/legalnews/federal-agency-recommends-updated-7850451/> (8.8.2021.)
8. THE ENERGY LAW BLOG <https://www.theenergylawblog.com/2016/08/articles/energy/energy-natural-resources/all-or-nothing-regulators-strictly-define-pipeline-abandonment-2/> (12.8.2021.)
9. JANAF <https://janaf.hr/sustav-janafa/naftovodni-sustav> ( 6.8.2021.)
10. PLINACRO <https://www.plinacro.hr/default.aspx?id=1049> (6.8.2021.)

## **IZJAVA**

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno temeljem znanja stečenog na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenim referencama.

*Ivan Velić*

---

Ivan Velić



KLASA: 602-04/21-01/132  
URBROJ: 251-70-12-21-2  
U Zagrebu, 17.9.2021.

Ivan Velić, student

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/21-01/132, URBROJ: 251-70-12-21-1 od 28.4.2021. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

### NAPUŠTANJE CJEVOVODA

Za voditeljicu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof.dr.sc. Katarina Simon nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditeljica:

(potpis)

Prof.dr.sc. Katarina Simon

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Vladislav Brkić

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Dalibor  
Kuhinek

(titula, ime i prezime)